CUADERNOS DE CONSTRUCCIÓN FORTIFICADA MEDIEVAL

FÁBRICAS Y APAREJOS DE LA CONSTRUCCIÓN FORTIFICADA MEDIEVAL

ESTUDIO PRELIMINAR

por

IGNACIO JAVIER GIL CRESPO



CUADERNOS
DEL INSTITUTO
JUAN DE HERRERA
DE LA *ESCUELA DE*
ARQUITECTURA
DE MADRID

2-90-02

CUADERNOS DE CONSTRUCCIÓN FORTIFICADA MEDIEVAL

FÁBRICAS Y APAREJOS DE LA CONSTRUCCIÓN FORTIFICADA MEDIEVAL

ESTUDIO PRELIMINAR

por

IGNACIO JAVIER GIL CRESPO

CUADERNOS
DEL INSTITUTO
JUAN DE HERRERA
DE LA *ESCUELA DE*
ARQUITECTURA
DE MADRID

2-90-02

C U A D E R N O S
D E L I N S T I T U T O
J U A N D E H E R R E R A

NUMERACIÓN

2 Área
51 Autor
09 Ordinal de cuaderno (del autor)

TEMAS

1 ESTRUCTURAS
2 CONSTRUCCIÓN
3 FÍSICA Y MATEMÁTICAS
4 TEORÍA
5 GEOMETRÍA Y DIBUJO
6 PROYECTOS
7 URBANISMO
8 RESTAURACIÓN
0 VARIOS

Cuadernos de construcción fortificada medieval.
Fábricas y aparejos de la construcción fortificada medieval. Estudio preliminar.

Instituto Juan de Herrera.
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.
Gestión y portada: Almudena Gil Sancho.
CUADERNO 437.01 / 2-90-02
ISBN-13 (obra completa): 978-84-9728-511-7
ISBN-13: 978-84-9728-512-4
Depósito Legal: M-20661-2014

CUADERNOS DE CONSTRUCCIÓN FORTIFICADA MEDIEVAL

Fábricas y aparejos de la construcción fortificada medieval

Estudio preliminar

Ignacio Javier Gil Crespo

ÍNDICE

RESUMEN

Esta publicación muestra un estudio general y preliminar sobre las características constructivas de algunas fábricas y aparejos empleados en la construcción de las fortificaciones medievales españolas. Se mencionan los aspectos constructivos y morfológicos de las estructuras murarias aparentes de las fábricas más habituales y singulares.[1] Se han clasificado en dos grandes grupos: fábricas aparejadas y fábricas encofradas. Las fábricas aparejadas son aquéllas que se colocan pieza a pieza respetando una lógica constructiva de montaje que garantiza la estabilidad del muro. Por otro lado, las fábricas encofradas necesitan de un molde dentro del cual se vierte el material —tierra, mampostería o cal y canto— que se retira una vez que el material ha sido apisonado o ha fraguado. Cada fábrica estudiada está ilustrada con algunos ejemplos característicos y representativos. Se atiende, así mismo, a su origen y desarrollo si bien algunos de estos aparejos —fábricas mixtas de mampostería y ladrillo y las fábricas encofradas en general— serán objeto de un análisis monográfico posterior que complete el carácter preliminar de este estudio.

La construcción fortificada medieval debe hacer frente a dos requerimientos básicos: durabilidad y resistencia. Las fábricas de las murallas, torres y demás elementos arquitectónicos y de defensa sufren unas acciones más agresivas que las de la arquitectura civil y religiosa ya que son atacadas con arietes, picos, minas y proyectiles. La base de la construcción militar debe ser su solidez, además de rapidez y economía en la ejecución.

Se hace un recorrido por los aparejos y tipos de fábrica más frecuentes en la fortificación medieval española con la explicación de su razón constructiva. Por último se hace referencia a los refuerzos internos de los muros con armaduras de madera embebidas en la fábrica.

[1] Esta publicación surge la tesis doctoral del autor titulada «Fundamentos constructivos de las fortificaciones fronterizas entre las Coronas de Castilla y Aragón de los siglos XII al XV en la actual provincia de Soria» dirigida por Santiago Huerta Fernández y Luis Maldonado Ramos.

La construcción fortificada medieval

La construcción fortificada se basa fundamentalmente en la construcción de muros y torres, esto es: sistemas constructivos verticales. Desde el origen de la fortificación como medida de protección de poblados y castros, su función primordial ha sido contener la incursión del enemigo, para lo que se han dispuesto murallas. En origen, estas murallas podían ser meras acumulaciones de tierra perimetrales en torno a un poblado o gruesos muros de piedra sobre los que se podía disponer de un camino de ronda y alguna obra incipiente de defensa.



Figura 1. Murallas del castro vetton de Ulaca (Ávila), del siglo II a.C.

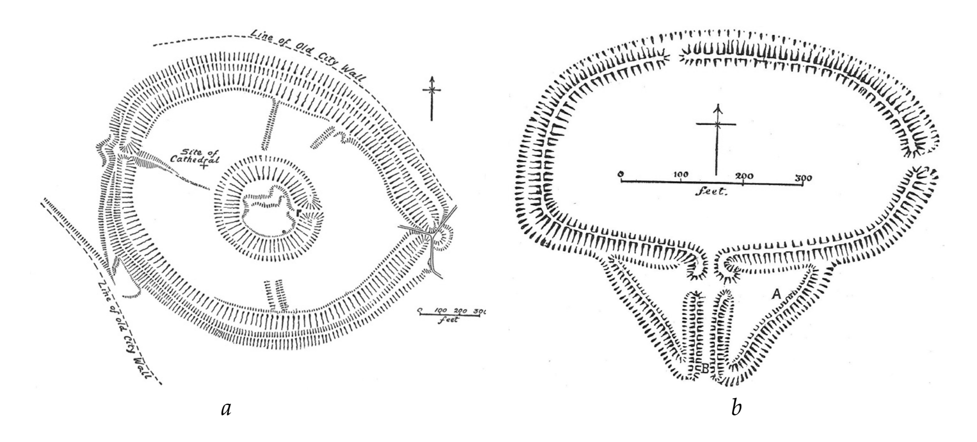


Figura 2. Fortificaciones prerromanas en Gran Bretaña de acumulación de tierra para formar defensas en Old Sarum (*a*) y Blackbury (*b*) (Thompson [1912] 2005, 4 y 7)



Figura 3. Murallas de Constantinopla (Anderson 1972, 28), que data de principios del siglo V



Figura 4. Tapiz de Bayeux, del siglo XI. Construcción de una mota para el castillo de Hastings

La construcción romana y bizantina ordena los sistemas, técnicas y aparejos a través de las diversas *opera* y sistematiza también la construcción de ciudades amuralladas, tipo que deriva en la fortificación islámica de alcazabas, *husun* y cercas de las medinas. La defensa de los incipientes estados feudales europeos se manifestó en la construcción de torres residenciales defensivas —*keep, donjon, turmburg, bergfried...*— levantadas sobre elevaciones artificiales o motas o sobre peñascos defendiendo vías de comunicación y ofreciendo una imagen simbólica de la fuerza y el poder del titular del castillo.

Son, por lo tanto, la muralla y la torre los elementos básicos de fortificación y su principal sistema constructivo es el muro. Por lo tanto, el estudio de los fundamentos constructivos de las fortificaciones que son objeto del presente estudio se centrará en los aparejos de las estructuras murarias aparentes entendidos como un sistema y no como una estructura formal.

Los castillos son construcciones defensivas en los que prima la solidez y durabilidad de sus muros. Este es el sistema constructivo principal. No obstante, para cubrir las estancias se han empleado forjados de madera —de los que no quedan más que las improntas en los muros— y bóvedas.

Por otra parte, el avanzado estado de ruina de muchos castillos y murallas —por abandono, agresiones, sustracción de materiales, saqueo o por acciones bélicas—ha provocado la desaparición de los elementos horizontales y de los huecos funcionales y elementos lignarios como cadalsos o balcones. No obstante, a través de las improntas constructivas se puede interpretar la situación, la forma y la construcción de los forjados, cubiertas, bóvedas, cadalsos, ladroneras, matacanes, balcones y —en menor medida al haberse perdido las jambas, dinteles y arcos— las ventanas, puertas y huecos funcionales.

A continuación se expone la razón constructiva de algunos de los aparejos entendidos no como disposición formal paramental y bidimensional sino como estructura constructiva, atendiendo someramente a su historia de la construcción particular.



Figura 5. Construcción con sillería de piedra. Castillo de Fuensaldaña (Valladolid)



Figura 6. Construcción con tapia de tierra. Castillo de los Almirantes de Castilla en Palenzuela

En este sentido, se entiende que hay dos grupos fundamentales: las fábricas aparejadas y las encofradas. Los sistemas verticales se pueden estudiar en base a su puesta en obra. En primer lugar hay una serie de aparejos que consisten en la superposición de material —piedra, ladrillo— formando una red espacial visible en el paramento que garantiza su equilibrio, traba, resistencia y mantenimiento de la forma. Las fábricas aparejadas, por lo tanto, fundamentan su razón de ser en la manera de colocación del material. De esta manera surgen los diversos aparejos disposiciones de los materiales en los muros.

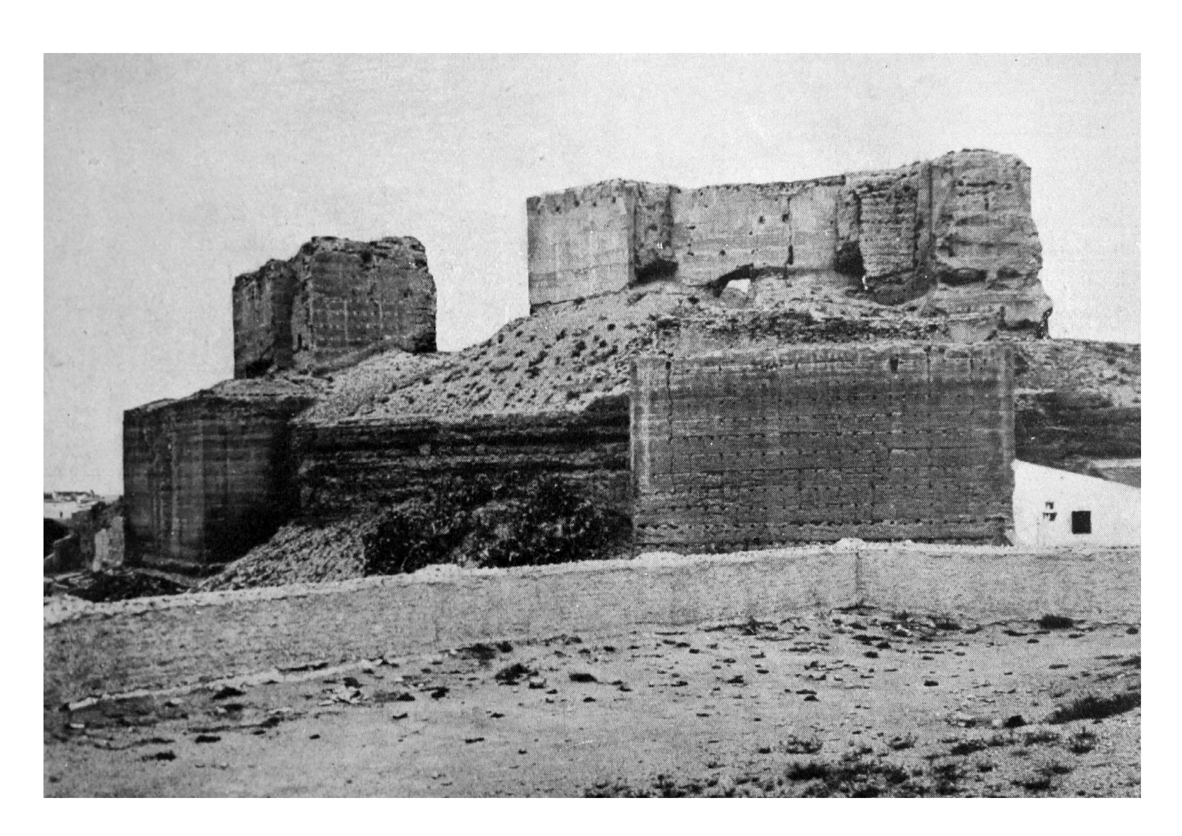


Figura 7. Alcazaba de Guadix (Terrasse 1954, fig.3), construida con tapia de tierra

Por otra parte, hay una serie de fábricas que se construyen mediante un encofrado o forma dentro de la cual se vierte y compacta el material, que puede ser tierra o una amalgama de cal y canto, cascotes o mampuestos pequeños. Las fábricas encofradas necesitan de una puesta en obra más compleja, ya que es necesario el empleo de cofres, tapiales o formas con todos los elementos que la sustentan como costales, agujas, codales, barzones o testeros y que dejan sus huellas en el muro. La

característica de estos muros es que dejan vistas las improntas de los mechinales para introducir las agujas que sujetan el encofrado; estas improntas permiten reconstruir el proceso constructivo. En varias ocasiones se encuentran aún las agujas de madera embebidas dentro de la fábrica.[2]

[2] Sobre las fábricas medievales hay diversos estudios, tanto generales (Valenzuela Montalvo 2001, Caballero Zoreda y Utrero Agudo 2005, Jaquin 2007, Soler Estrela 2009...) como particulares (Fiorani 1996; Sánchez Zufiaurre 2007). De igual manera, las fábricas hispanomusulmanas han sido estudiadas por numerosos autores como Zozaya (1994), Azuar Ruiz (1995, 2005), Menéndez Fueyo, Azuar Ruiz y Lozano Olivares (1994), Tabales Rodríguez (2000), Martín García (2005, 2009) o Graciani García (2008-2009), entre otros. En la bibliografía se incluye una selección representativa de publicaciones sobre construcción medieval.

FÁBRICAS APAREJADAS

Las fábricas aparejadas son aquéllas en los que la colocación del material se realiza por superposición de piezas garantizando una trabazón entre ellas mediante el aparejo o forma de disposición. El aparejo más empleado es la fábrica de mampostería o sillarejo con sillares en las esquinas y en las aristas de los huecos. La sillería se reserva, por lo tanto, para definir las aristas, si bien hay algunos casos en que se ha empleado también en los paramentos de los muros y torres. La construcción del muro se realiza habitualmente con dos caras de mampostería y un relleno interior de cal y canto, cascotes y, en algunas ocasiones, tapia de tierra.

La mampostería ofrece diversos grados de trabajo. El más sencillo utiliza piezas heterogéneas, informes y de diversos tamaños para formar el muro, por lo que suele tratarse de muros enripiados. El siguiente grado de manipulación del mampuesto consiste en labrar la cara del paramento. A medida que se adecúa su forma a un paralelepípedo y se uniforma el tamaño de los mampuestos —hasta llegar a considerarse sillarejos— se mejora el aspecto y se incrementa su resistencia superficial al reducir el tamaño y profundidad de las juntas.

Se observa un intento de homogeneizar el tamaño de las piezas para que las hiladas mantengan el nivel horizontal, de manera que se aprecian gruesos tendeles de mortero que absorben las diferencias dimensionales.

En cualquier caso, es habitual el revestimiento de la fábrica en aras de su mejor protección y conservación y para taponar las juntas y alisar el paramento, mejorando así no sólo la apariencia sino también la defensa ante picos y palancas que pudieran abrir brechas en el muro. Este revestimiento se ha perdido en la mayoría de los casos, aunque se conserva en algunas partes. El revestimiento más habitual es el encalado sobre una capa de regularización, si bien hay casos en el en los que se rejuntan los mampuestos con mortero de cal o de yeso y escorias. El rejuntado de los mampuestos constituye el origen del esgrafiado. En el castillo de Arcos de Jalón (Soria), se dibujan motivos circulares tangentes entre sí rejuntando cada mampuesto. En la torre cada motivo circular se corresponde con la dimensión

de cada mampuesto. Sin embargo, en la muralla oriental ya se emplean plantillas para formar el revestimiento.

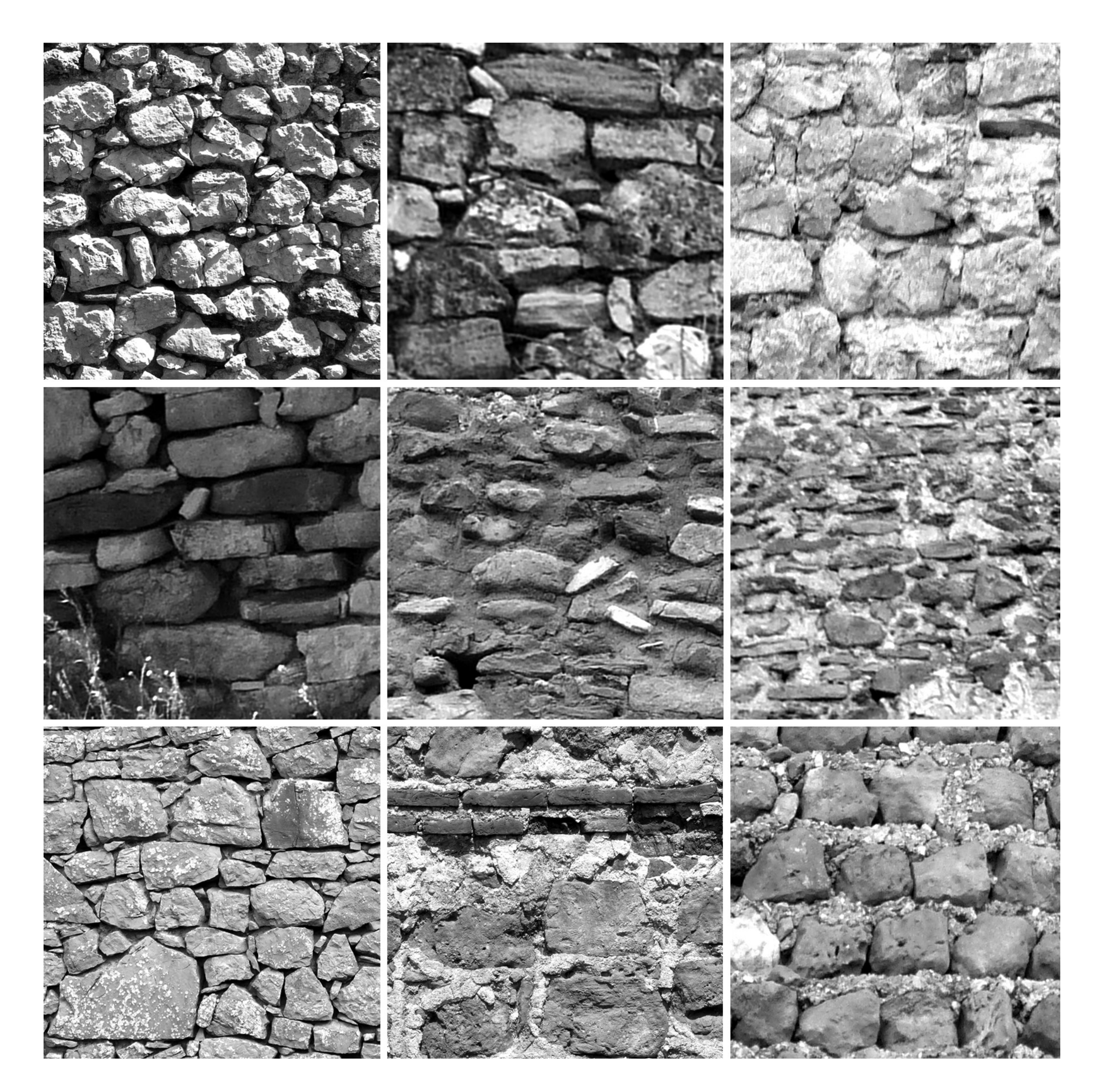
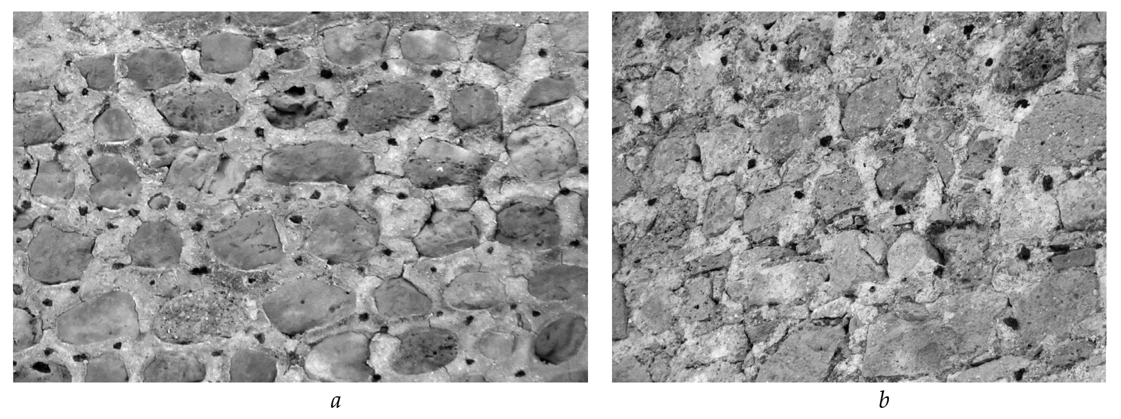


Figura 8. Diversos grados del trabajo de la mampostería en una superficie de 1 m² de paramento en una selección de castillos de la Raya oriental de Castilla en la actual provincia de Soria, todos ellos datados entre los siglos XII y XV. *a*. Cihuela; *b*. Jubera; *c*. Ciria; *d*. Carabantes; *e*. Magaña; *f*. Vozmediano; *g*. Caracena; *h*. Arcos de Jalón; *i*. Montuenga

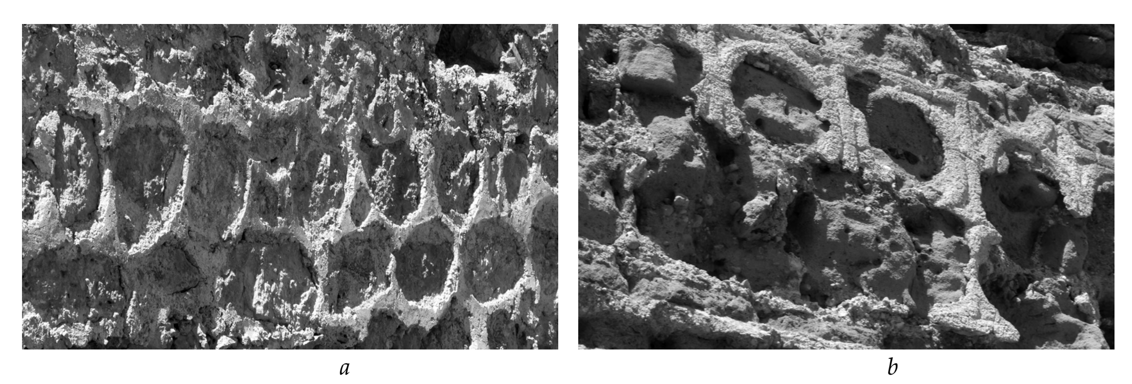


Figura 9. Revestimiento común en el muro occidental de la torre del castillo de La Raya (Soria), que la erosión ha hecho perder por falta de adherencia en las caras de los mampuesto dando lugar a un falso rejuntado



a *b*

Figura 10. Revestimientos con escorias de los castillos de Montuenga de Soria (*a*) y San Esteban de Gormaz (*b*)



a *b*

Figura 11. Revestimientos con esgrafiados en el interior de la reforma del siglo XIV de la alcazaba de Gormaz (*a*) y en la cortina oriental del castillo de Arcos de Jalón (*b*), donde se aprecia el uso de plantillas

Se distinguen, por lo tanto, varios tipos de aparejos en los castillos y fortificaciones. El más habitual es el formado por mampostería ordinaria con sillares en las esquinas en el que las dimensiones de los mampuestos rondan los 25-30 cm de altura y se disponen en hiladas horizontales. Se suelen carear las caras exteriores, pero no los lechos, de manera que es frecuente el enripiado con cascotes e incluso elementos cerámicos como trozos de tejas para rellenar los intersticios entre los mampuestos. Los sillares de las esquinas se carean en sus caras exteriores y en sus lechos para mejor asiento, pero no en las caras que inciden con los muros perpendiculares.

Además de la sillería y la mampostería ordinaria hay otros tipos de fábricas la que alterna la mampostería con verdugadas de ladrillo o la de tizones inclinados. La primera fábrica mixta tiene algunos ejemplos notables en la fortificación bajomedieval castellana (Castilnovo, Arcos de Jalón, Escalona), mientras que el segundo tipo aparece en algunas partes de las fábricas, pero no llega a formar paños completos.

Fábricas de mampostería de piedra con verdugadas de ladrillo

Las fábricas mixtas que combinan la mampostería de piedra dispuesta en cajones o hilos continuos separada por verdugadas y machones de ladrillo fueron empleadas con frecuencia en la construcción fortificada medieval. Su origen se remonta al *opus mixtum* romano que se utilizó en algunas murallas. La incorporación de las verdugadas de ladrillo aseguran unos lechos planos cada cierto intervalo entre la mampostería para apoyar los andamiajes y organizar la obra.

La fortificación bizantina fue especialmente prolija en la utilización de fábricas de ladrillo y piedra. En algunas fortificaciones de Asia Menor se dibuja una suerte de celdillas —un *cloisonné*— entre las verdugadas que diseñan patrones estéticos. Este tipo de aparejo también fue utilizado en algunas murallas hispanomusulmanas como las de Buitrago de Lozoya.

Sin embargo, el período de mayor desarrollo de este aparejo es durante la Baja Edad Media castellana. En el núcleo toledano —de ahí su sobrenombre como aparejo toledano— fue ampliamente empleado en la construcción mudéjar de iglesias y murallas. Durante los siglos XIV y XV se levantan numerosos castillos señoriales con muros de mampostería entre verdugadas de ladrillo. Dada la

importancia y la difusión que tuvo este tipo de aparejo, se va a dedicar un estudio monográfico posterior a la publicación de este cuaderno.



Figura 12. Muralla de Buitrago de Lozoya



Figura 13. Toledo. Torreón del Baño de la Cava



Figura 14. Castillo de Escalona, vista desde el noreste. Imagen que muestra diversas fábricas: torre albarrana, barbacana, interior del castillo y, al fondo, torre del homenaje



Figura15. Torre del homenaje de la reforma bajomedieval de la alcazaba de Gormaz

Fábrica de tizones inclinados

Choisy (1883, 8) explica que este tipo de fábrica, en la arquitectura bizantina, aseguraba que el mortero fraguase antes de secarse en caso de no tener tiempo suficiente de endurecerse durante la puesta en obra.

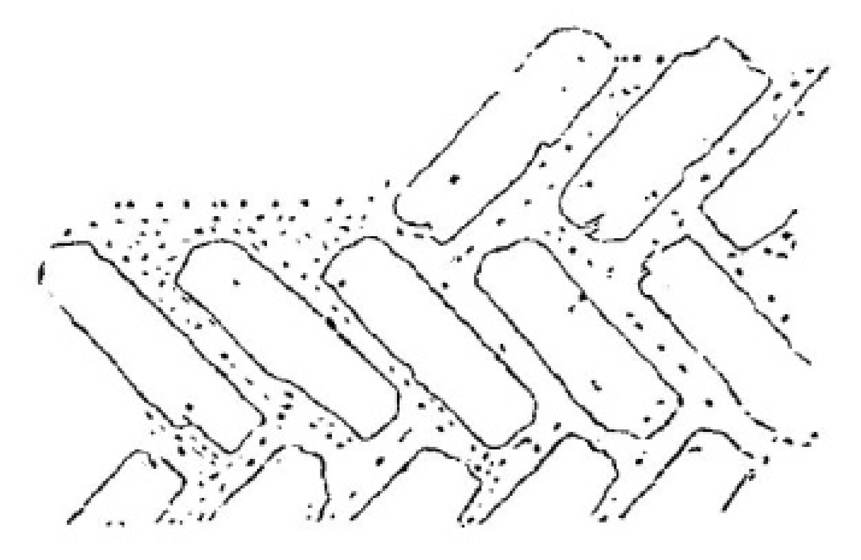


Figura 16. *Opus spicatum* según Choisy (1883, 8)



Figura 17. Detalle de la fábrica con *opus spicatum* en la puerta de San Cebrián de las murallas de Segovia

En algunos paramentos de varios de los castillos pertenecientes a la defensa califal de la frontera con Castilla, en la actual provincia de Soria hay partes en que los mampuestos se colocan apoyándose uno sobre otro.

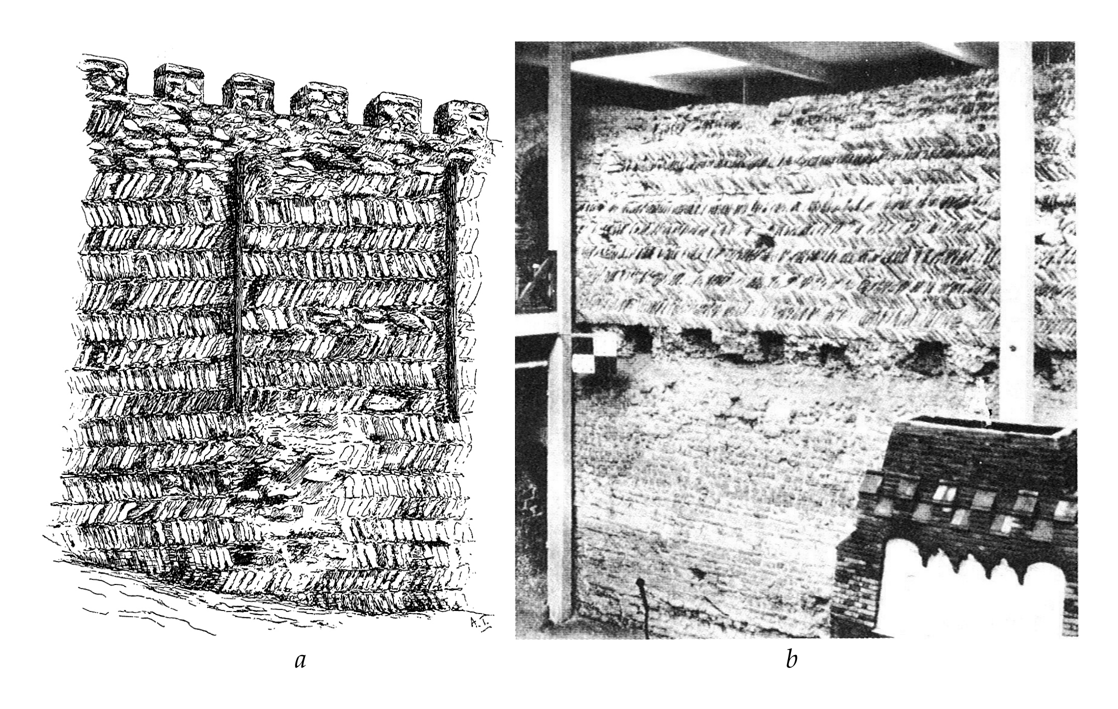


Figura 18. Detalle de la fábrica de los lienzos del castillo de Belimbre en Santa María de Huerta



Figura 19. Detalle de la parte inferior del torreón de Soliedra

Hay numerosas muestras de este aparejo en construcciones prerrománicas y románicas pirenaicas de los siglos IX al XI y en iglesias navarras, aragonesas y catalanas de estas épocas, así como en construcciones rurales aragonesas e incluso en fábricas de ladrillo de Marrakech y Fez y en las cúpulas de la mezquita Masjid-i-Jumá del siglo XII de Isphahan.



a *b*

Figura 20. a. Fábrica de la partición interior del castillo de Colchester (Toy [1939] 1985, 63); b. Fábrica del castillo de Tamworthm (Thompson [1912] 2005, 48)

Este tipo de fábrica se utiliza en algunos casos de la fortificación inglesa en el siglo XI, como el castillo de Tamworth o en algunas particiones y la chimenea en la torre del castillo de Colchester. Sin embargo, este aparejo, que deriva del *opus spicatum* romano, y que también fue utilizado en la arquitectura bizantina no es por sí mismo un indicador cronológico: fue empleado tanto por los romanos como por los sajones y con bastante frecuencia por los normandos. De hecho, se vuelve a encontrar este tipo de aparejo en fortificaciones modernas —y por lo tanto sin ninguna relación con éstas— en las torres vigías de la costa ibicenca.



Figura 21
Mampuestos colocados inclinados en la fábrica del castillo de Caracena

Empero, en el aparejo inclinado empleado en partes de algunos castillos como Caracena, La Raya o Arcos de Jalón no se traza la característica espiga o espina de pez con las hiladas inclinadas hacia lados distintos, sino que se inclinan siempre hacia el mismo lado. Sanmiguel Mateo (1986, 389) señala, según sus fuentes orales, que un motivo de empleo de este tipo de aparejo es que disponiendo la mampostería de manera inclinada se aprovechan mejor las piezas más planas, delgadas o desiguales.

FÁBRICAS ENCOFRADAS

Las fábricas encofradas son aquéllas que para su construcción necesitan de una forma o molde de madera dentro del cual se vierte el material —que puede ser tierra, tierra con reble y cal, cal y canto e incluso mampuestos— y, a veces, se apisona —hecho que identifica a la técnica de la tapia—, se deja fraguar si se ha incluido cal y se retira el encofrado para proseguir con la construcción.

En función del material que se encofre se entienden dos tipos de fábricas encofradas: las tapias de cal y canto o mampostería encofrada y las tapias de tierra. A continuación se exponen algunas de sus características constructivas. La explicación es sucinta ya que, por su importancia en la construcción fortificada medieval española, merece un ulterior análisis monográfico.

Tapia de cal y canto o mampostería encofrada

La tapia de cal y canto es una técnica constructiva habitual en el románico español y aparece con frecuencia en las pequeñas iglesias rurales de la Extremadura castellana segoviana y soriana. Es en torno a los siglos XII y XIII cuando mayor difusión tuvo esta técnica. Se construyeron con tapia de cal y canto muchos de los castillos y las murallas que fortificaron la frontera entre León y Castilla durante esa época, así como en la frontera oriental con Aragón.

La técnica consiste en disponer un encofrado lateral afianzado mediante agujas y tirantes —cuya impronta quedará en el muro— dentro del cual se vierte el material pétreo. El material no necesita de una selección ni preparación especial —cribado, labra o careado— como en la mampostería ordinaria o la tapia de tierra, sino que se vierte y se acompaña la mezcla con cal que favorecerá el endurecimiento y la adhesión de las piezas. Se pueden emplear cantos rodados, piezas de sílice más duras que la caliza o granito ordinarios, mampostería de cascotes y piezas irregulares en forma, tamaño y composición. En ocasiones se pueden reutilizar los cascotes de obras anteriores como relleno e incluso grava mezclada con cal.



a *b*

Figura 23. *a*. Restos de la torre suroriental del castillo de Saldaña, con fábrica de cal y canto entre paramentos de sillería; *b*. Detalle de las improntas del encadenado horizontal, en el nivel de planta baja, de la torre noroccidental



Figura 24. Detalle de encuentro entre dos paños de fábrica de tapia de mampostería encofrada en la barbacana del castillo de Magaña. No hay traba entre ambas cortinas: se levantó en primer lugar la de la izquierda de la imagen —el tramo corto hasta el torreón—, dejando una junta de cierta inclinación y desde aquí se construyó el paño de la derecha

Tapia de tierra

El último grupo constructivo aquí reseñado lo constituyen las fortificaciones levantadas con tapia de tierra. La tapia de tierra es una técnica de la que se tienen noticias de su empleo en la península Ibérica desde la época prerromana. La tapia de tierra consiste en verter y apisonar tierra seca dentro de un encofrado de madera que se retira después. Este encofrado puede tener sólo los dos lados correspondientes a los paramentos del muro de manera que se van desplazando a medida que se rellena, para lo cual hay que dejar una junta inclinada en la tierra apisonada. La segunda opción de construcción de un muro de tapia se basa en utilizar un cajón paralelepipédico de madera —con tres tapiales o puertas laterales; la cuarta no es necesaria ya que se adosa al cajón previamente construido—, formándose el muro con una suerte de grandes bloques de tapia que se aparejan alternando las juntas verticales como si de grandes sillares se tratase.



Figura 25.El castillo de Fuentidueña de Tajo desde el noroeste

Una tapia de tierra debe estar compactada. La tierra seca y cribada se vierte en tongadas que se van apisonando con un pisón. En algunas ocasiones se dispone una pellada de cal en cada tongada en la parte interior del tapial correspondiente al paramento exterior del muro, de manera que al apisonarla se crea una capa de cal que protege el muro. A esta técnica de revestimiento se denomina calicostrado.

Para mejorar la dureza y la resistencia de la tapia se puede incorporar cal a la masa de tierra. La tapia militar —así se denomina— aprovecha la resistencia y dureza adicional que le otorga el mortero de cal para reducir el tiempo de construcción al prescindir del apisonado, si bien hay que esperar al fraguado para comenzar a retirar los tapiales. La tapia de tierra también se emplea como relleno de muros y torreones de mampostería.

La construcción hispanomusulmana empleó con frecuencia la construcción de murallas y torres con tapia de tierra. Sin embargo, esta técnica no es exclusiva de la construcción islámica, dado que en la España cristiana y principalmente a partir del siglo XIV se levantaron muchas murallas de ciudades y castillos señoriales con tapia de tierra. La construcción cristiana difiere de la hispanomusulmana en que ésta utiliza unos sistemas de atados para las agujas que sostienen los tapiales o tableros laterales del encofrado. Estos sistemas consisten en que las agujas no son pasaderas y deben sostenerse mediante cuñas, puntales o cruces de San Andrés que quedan embebidas dentro de la fábrica. Por el contrario, la construcción cristiana tiende a emplear agujas más grandes que atraviesan el espesor de la fábrica y que hacen las veces de andamiaje, además tener la ventaja de ser recuperables y reutilizables.



Figura 26. Fábrica de tapia de tierra del castillo de Yanguas

REFUERZOS INTERNOS DE LOS MUROS

Independientemente de la fábrica elegida para levantar los muros de una fortificación, cuyos requisitos son la resistencia y la durabilidad, era costumbre reforzar la fábrica por su parte interna. Las cortinas de murallas y castillos sufren acciones distintas que las meramente mecánicas de soporte de su peso o del edificio. Las técnicas medievales de ataque se dirigen principalmente hacia el muro. La brecha trata de romper la muralla con ayuda de arietes o máquinas de asalto y proyectiles —más tarde con artillería— para abrir una vía de paso para las huestes atacantes. Por su parte, la mina consiste en acceder a la base o la cimentación de la muralla a través de la excavación de un túnel a cuyo entibado se prende fuego para provocar el derrumbe de la cortina.



Figura 27. Excavación de una mina durante el sitio de Melun. Unos soldados distraen a los asediados de una fortaleza mediante el ataque, la escalada y la diplomacia mientras que tres operarios están excavando una mina bajo una torre. Cuvelier, *Chanson de Bertrand Du Guesclin* (siglo XV), f. 62, British Library, BL Yates Thompson 35

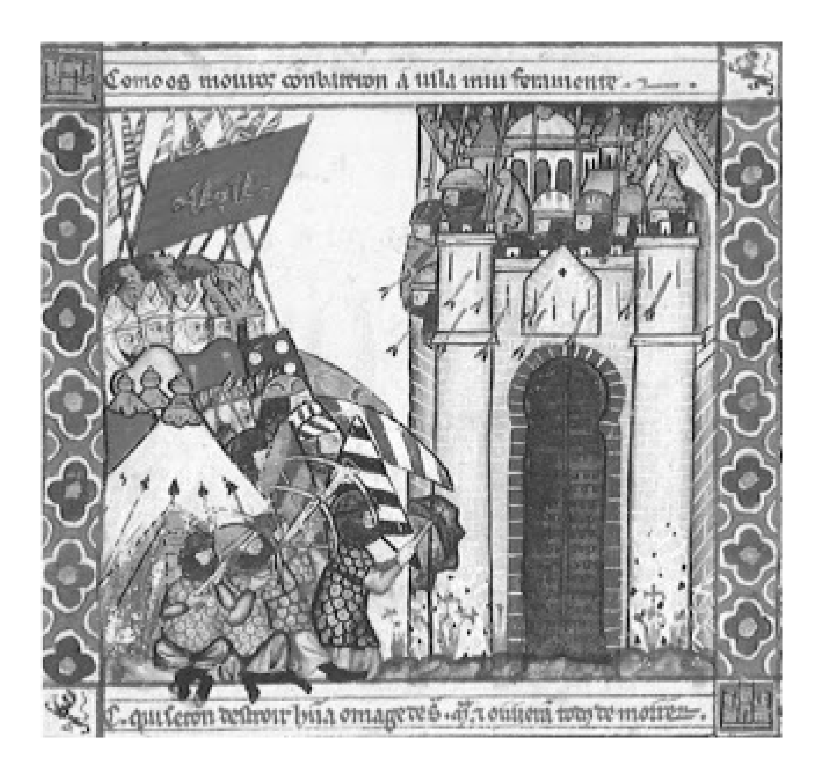


Figura 28. Apertura de una brecha con picos en una muralla islámica.
Cantigas de Santa María, 99c

Entre las recomendaciones que da Vitruvio (libro 1, cap. 5) para garantizar la solidez y la eficacia defensiva de una fortaleza está el refuerzo de las murallas con troncos de olivo endurecidos al fuego, «de manera que ambos frentes de la muralla queden unidos por estos tablones entre si, como si fuera con unas grapas, logrando una consistencia muy resistente». Esta estructura de refuerzo oculta no asoma en el paramento para evitar puntos débiles, tal y como advierte el traductor español del tratado de Vitruvio: «sería un error muy peligroso meter estos leños tan largos, que saque sus cabos á una y otra faz de la pared, como dibuxaron algunos; pues estarían expuestos al fuego, y segura ruina» (Ortiz y Sanz 1787; citado por Galindo Díaz 1996, 15).

Este refuerzo fue práctica frecuente en la fortificación medieval. En las fábricas de tapia de tierra o de mampostería encofrada se suelen ir disponiendo los maderos —a veces rollizos desbastados, a veces vigas escuadradas— a medida que se vierte el material. En ocasiones sólo se arman las esquinas y los encuentros entre fases de la obra que pueden no haber quedado bien trabadas.

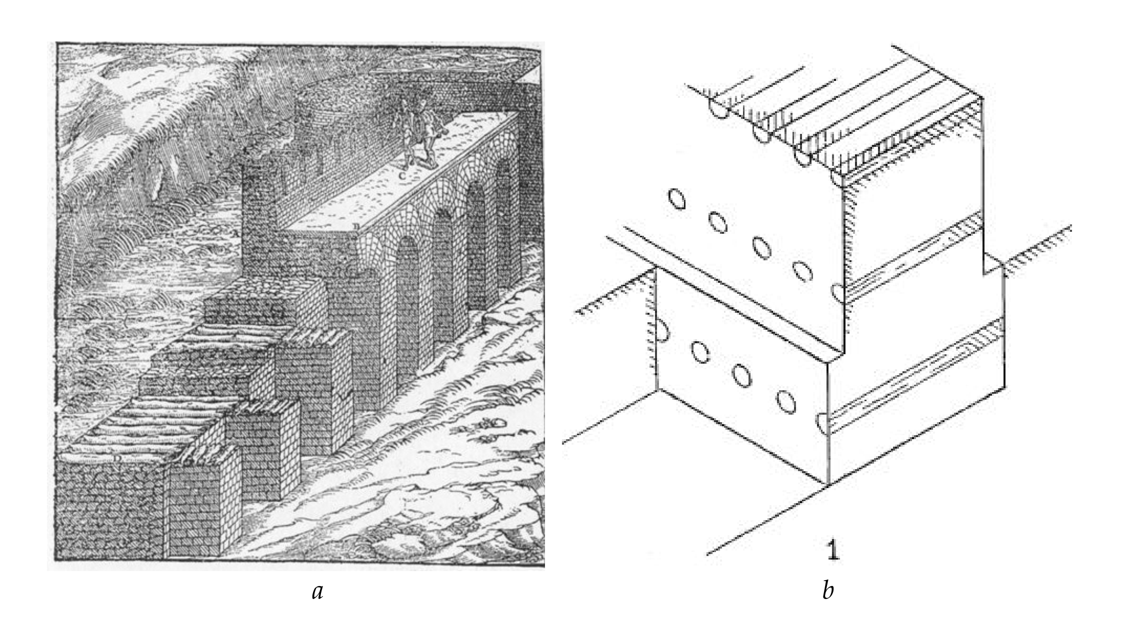
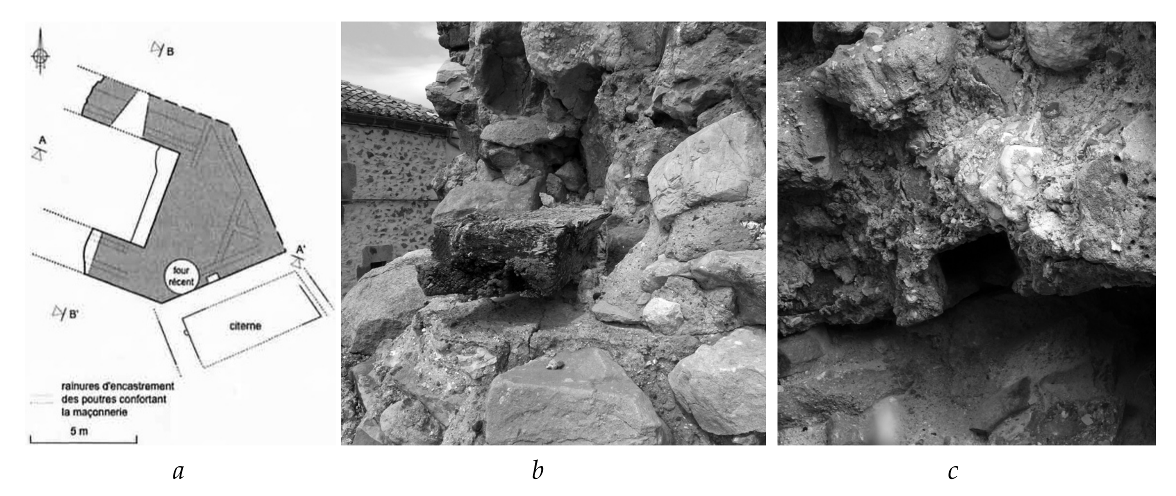


Figura 29. *a*. La construcción romana de murallas según Vitruvio (Rusconi 1660); *b*. Refuerzo con troncos de olivo para los muros de una fortaleza según Vitruvio (Choisy [1909] 1971, pl. 4, fig. 1)

Este procedimiento es observado en los encadenados del castillo de Coucy por Viollet-le-Duc ([1854-1868] 1996, 258) y, según Choisy (1899, 717), «su empleo se remonta a la más remota Antigüedad, y su uso se justificaba por las mismas razones alegadas ya entonces: repartir el efecto de los impactos durante los asaltos». Es un sistema de zunchado habitual en la fortificación europea. En el *donjon* de Verclause se ha documentado un encadenado de madera al menos en tres niveles que forma una suerte de armadura horizontal sobre el extremo en proa. Las vigas tienen una sección de 20 a 30 cm y se conectan entre sí para formar el encadenado. Se ha realizado un análisis dendrocronológico que ha permitido datar estos elementos lignarios hacia 1220. Además de este ejemplo, señalado por Bernardi (2011, 191-192), hay más en los castillos ingleses, alemanes y franceses, siendo una práctica habitual en la arquitectura militar y religiosa del siglo XIII.

Hay diversas referencias al empleo de refuerzos y encadenados de madera dentro de las fábricas de los castillos de piedra, además del empleo habitual de la madera en los medios auxiliares y andamiajes para la construcción, publicadas en las actas del coloquio *Le bois dans le château de pierre au Moyen Âge* que tuvo lugar en 1997 (Poisson y Schwien 1997).



a *b* *c*

Figura 30. *a*. Trazado del encadenado de madera del *donjon* de Verclause, según Bernardi (2011, 192, fig. 23); *b*. Encadenado de madera en la torre de la puerta del castillo de Peroniel del Campo; *c*. Negativo de la viga de zunchado visible entre las ruinas del castillo de Soria

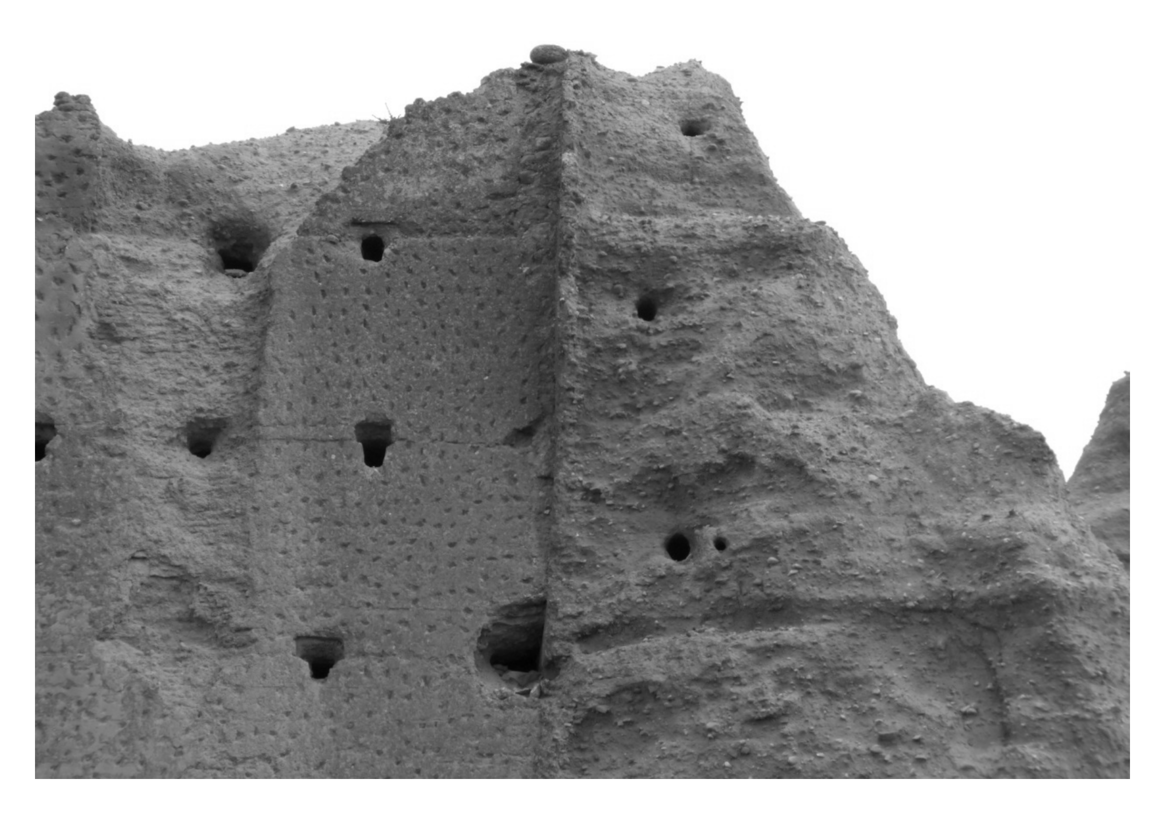


Figura 31. Improntas de los encadenados (dos por cada hilo de tapia) apreciables en la sección de la ruina de un muro del castillo de Serón de Nágima



Figura 32. Castillo de Monreal de Ariza. Restos del encadenado de madera horizontal embebido dentro de la fábrica de tapia de tierra

El zunchado de los muros incorporando vigas de madera en el masa de la fábrica era algo común y en las ruinas de los castillos suelen asomar bien las vigas, dispuestas paralelamente a la directriz del muro, o el negativo formado en la masa de la fábrica al haberse degradado y perdido el elemento de madera, como ocurre en el castillo de Peroniel del Campo, en las ruinas del castillo de Soria, en la fábrica de tapia de tierra del castillo de Serón de Nágima y, en los castillos de Saldaña, Palenzuela o Monreal de Ariza, entre tantos otros. Las vigas del encadenado de Peroniel son de sección rectangular —15 x 9 cm dispuestas en horizontal y en varios niveles constructivos— mientras que el encadenado de Serón se realiza con rollizos apenas desbastados de unos 10 cm de diámetro.

A través de los casos estudiados, se aprecia que las cadenas de zunchado se disponen en la parte inferior de cada nivel constructivo, antes de compactar la tierra

o la cal y canto o de colocar la piedra, de manera que la solera queda incorporada en la fábrica: en las ruinas de los castillos de Peroniel y Soria se aprecia perfectamente. Se suelen disponer en la parte más cercana al paramento exterior del muro dado que es éste el que recibe mayores agresiones.

BIBLIOGRAFÍA

Anderson, William. 1972. *Castillos de Europa*. Barcelona: Luis de Caralt.

Araguas, M. Philippe. 2003. *Brique et architecture dans l'Espagne médiévale (XIIe-XVe siècle)*. Madrid: Casa de Velázquez.

Aurenche, Oliver, Klein Alain, Claire-Anne de Chazelles y Hubert Guillaud. 2011. Essai de classification des modalités de mise en œuvre de la terre crue en parois verticales et de leur nomenclature. En *Les cultures constructives de la brique crue. Echanges transdisciplinaires, 3*, editado por Claire-Anne de Chazelles, Alain Klein y N. Pousthomis. Montpellier: Espérou, ENSAM.

Azuar Ruiz, Rafael. 1995. Las técnicas constructivas en Al-Ándalus. El origen de la sillería y del hormigón de tapial. En *V Semana de Estudios Medievales*. Logroño: Instituto de Estudios Riojanos.

Azuar Ruiz, Rafael. 2005. «Las técnicas constructivas en la formación de al-Ándalus». *Arqueología de la Arquitectura*, 4-2005: 149-160.

Bazzana, André. 1993. La construction en terre dans Al-Andalus: Le tabiya. En *7ª Conferência Internacional sobre o Estudo e Conservação da Arquitectura de Terra. Silves. Portugal. 24 a 29 de Outubro de 1993*. Lisboa: Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais.

Bernardi, Philippe. 2011. *Bâtir au Moyen Âge*. París: CNRS Editions.

Binding, Günther. 2001. *Medieval Building Techniques*. Stroud, Gloucestershire: Tempus Publishing Limited.

Caballero Zoreda, Luis y Mª Ángeles Utrero Agudo. 2005. «Una aproximación a las técnicas constructivas de la Alta Edad Media en la Península Ibérica. Entre visigodos y omeyas». *Arqueología de la Arquitectura*, 4: 169-192.

Campbell, James W.P. y Will Price. 2004. *Ladrillo. Historia universal*. Barcelona: Blume.

Choisy, Auguste. [1883] 1997. *El arte de construir en Bizancio*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Choisy, Auguste. 1899. *Histoire de l'Architecture*. París: Gauthier-Villars.

Choisy, Auguste. [1909] 1971. *Vitruve*. París: F. de Nobele.

Cobos Guerra, Fernando, José Javier de Castro Fernández y Rodrigo Canal Arribas. 2012. *Castros y recintos de la frontera de León en los siglos XII y XIII. Fortificaciones de tapial de cal y canto o mampostería encofrada*. Valladolid: Junta de Castilla y León. Consejería de Cultura y Turismo.

Domínguez Perela, Enrique. 1986. Materiales y técnicas en el mudéjar toledano: estructuras murales aparentes de la arquitectura religiosa. En *Actas del III Simposio Internacional de Mudejarismo. Teruel, 20-22 de septiembre de 1984*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses.

Fiorani, Donatella. 1996. *Techniche costruttive murarie medievali. Il Lazio meridionale*. Roma: «L'Erma» di Bretschneider.

Font Arellano, Juana. 2010. Técnicas medievales de construcción con tierra. En *Construir la ciudad en la Edad Media*, editado por Beatriz Arízaga Bolumburu y Jesús Ángel Solórzano Telechea. Logroño: Instituto de Estudios Riojanos.

Font Arellano, Juana. 2013. La construcción de tierra en los textos. Errores, olvidos, omisiones. En *Actas del Octavo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, editado por Santiago Huerta Fernández. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Fraile Delgado, Miguel. 2005. *Materiales de construcción en los castillos de Castilla y León*, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Departamento de Ingeniería y Morfología del Terreno, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid. Tesis doctoral, inédita.

Galarza Tortajada, Manuel. 2003. Las técnicas constructivas en las construcciones defensivas: la tapia valenciana. En *La fortificación medieval en la Península Ibérica*. Aguilar del Campoo, Palencia: Centro de Estudios del Románico.

Galindo Díaz, Jorge. 2000. «Arquitectura militar: el legado constructivo de los tratados de fortificación (siglos XVI-XVIII)». *Cuadernos CITCE. Serie investigaciones*, 6: 4-66.

Gil Crespo, Ignacio Javier. 2011. Fundamentos constructivos de las fortificaciones bajomedievales en la provincia de Soria: fábrica de mampostería con verdugadas de ladrillo en el castillo de Arcos de Jalón. En *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Santiago de Compostela, 26-29 de octubre de 2011*, editado por Santiago Huerta Fernández, Ignacio Javier Gil Crespo, Santiago García y Miguel Taín Guzman. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Gil Crespo, Ignacio Javier. 2012. Rammed earth walls in Serón de Nágima castle (Soria, Spain): constructive lecture. En *Rammed Earth Conservation*, editado por C. Mileto, F. Vegas y V. Cristini. London: Taylor & Francis Group.

Gil Crespo, Ignacio Javier. 2013. «Interpretación constructiva de la fábrica de tapia de tierra del castillo de Serón de Nágima (Soria)». *Castillos de España* 173-174: 25-36.

Graciani García, Amparo. 2009. Improntas y oquedades en fábricas históricas de tapial. Indicios constructivos. En *Actas del Sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, editado por Santiago Huerta Fernández, Rafael Marín, Rafael Soler y Arturo Zaragozá. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Guillaud, Hubert. 2007. Evolution de la culture constructive et architecturale du pisé. En *Les constructions en terre massive: pisé et bauge. Deuxièmes échanges transdisciplinaires sus les constructions en terre crue* editado por Hubert Guillaud, Claire-Anne de Chazelles y Alain Klein. Villefontaine, Isére: Éditions de l'espérou.

Guillaud, Hubert y Alejandro Alva. 2003. Historical earthen architecture and construction in the Mediterranean Region. What future for such an exceptional cultural legacy? En *Proceedings of the First International Congress on Construction History, Madrid, 20th-24th January 2003*, editado por Santiago Huerta Fernández. Madrid: Instituto Juan de Herrera, Sociedad Española de Historia de la Construcción, ETSAM, Associazione Edoardo Benvenuto, COAM, Fundación Dragados.

Jaquin, Paul, Charles Augarde y Christopher Gerrard. 2007. Historic rammed earth structures in Spain, construction techniques and a preliminary classification. Comunicación leída en International Symposium on Earthen Structures, 22-24 August 2007, Bangalore, India, en Bangalore, India.

Lavado Paradinas, Pedro José. 1986. Los materiales del arte mudéjar castellano (Tierra de Campos). En *Actas del III Simposio Internacional de Mudejarismo. Teruel, 20-22 de septiembre de 1984*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses.

Lavado Paradinas, Pedro José. 1986. Materiales, técnicas artísticas y sistemas de trabajo: el yeso. En *Actas del III Simposio Internacional de Mudejarismo. Teruel, 20-22 de septiembre de 1984*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses.

Magro Moro, Juan Vicente y Rafael Marín Sánchez. 1999. *La construcción en la Baja Edad Media*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Marçais, Georges. 1926. *Manuel d'Art musulman. L'architecture. Tunisie, Algérie, Maroc, Espagne, Sicile*. Vol. 1. du IXe au XIIe siécle. París: Éditions Auguste Picard.

Marçais, Georges. 1927. *Manuel d'Art musulman. L'architecture. Tunisie, Algérie, Maroc, Espagne, Sicile*. Vol. 2. Du XIIIe au XIXe siécle. París: Éditions Auguste Picard.

Marçais, Georges. 1955. *L'architecture musulmane d'occident: Tunisie, Algérie, Maroc, Espagne et Sicile*. París: Arts et métiers graphiques.

Mañanes, Tomás, Felipe Valbuena y José Luis Alonso Ponga. 1980. «La arquitectura militar en la frontera del reino de León con el de Castilla en los siglos XII y XIII (1)». *Tierras de León: Revista de la Diputación Provincial* 20, 40: 89-114.

Mañanes, Tomás, Felipe Valbuena y José Luis Alonso Ponga. 1980. «La arquitectura militar en la frontera del reino de León con el de Castilla en los siglos XII y XIII (2)». *Tierras de León: Revista de la Diputación Provincial* 20, 41: 59-88.

Martín García, Mariano. 2005. La construcción del tapial en época nazarí: el caso de la muralla exterior del Albaicín de Granada. En *Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Cádiz, 27-29 enero 2005*, editado por Santiago Huerta Fernández. Madrid: Instituto Juan de Herrera, SEdHC, Arquitectos de Cádiz, COAAT Cádiz.

Martín García, Mariano. 2009. La construcción del tapial calicastrado en época nazarí. Comunicación leída en V Convención Técnica de la Arquitectura Técnica (CONTART'09), Albacete, 25 al 27 de marzo de 2009, en Albacete.

Menéndez Fueyo, José Luis, Rafael Azuar Ruiz, Francisco José Lozano Olivares y Teresa María Llopis García. 1994. El falso despiece de sillería en las fortificaciones de tapial de época almohade en Al-Ándalus. En *Actas del I congreso de Castellología Ibérica*, editado por Áurea de la Morena, Ivette Hinen de Terol, Amador Ruibal, Jorge Jiménez Esteban, Fermín de los Reyes y Rafael Ardanaz. Palencia: Diputación Provincial de Palencia.

Mileto, Camilla, Fernando Vegas López-Manzanares y Lidia García Soriano. 2013. La técnica constructiva de la tapia en la arquitectura militar y defensiva en España. Variantes e invariantes. En *Actas del Octavo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, editado por Santiago Huerta Fernández y Fabián S. López Ulloa. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Mimó, Roger. 1996. *Fortalezas de barro en el sur de Marruecos*. Madrid: Compañía Literaria.

Navarro Palazón, Julio y Julio Jiménez Castillo. 2011. «Materiales y técnicas constructivas en la Murcia andalusí (siglos X-XIII)». *Arqueología de la Arquitectura*, 8: 85-120.

Pavón Maldonado, Basilio. 1999. *Tratado de arquitectura hispanomusulmana*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Pavón Maldonado, Basilio. 2012. Murallas de tapial, mampostería, sillarejo y ladrillo en el Islám occidental (los despojos arquitectónicos de la reconquista. Inventario y clasificaciones).

Poisson, Jean-Michel y Jean-Jacques (dir.) Schwien. 2003. *Le Bois dans le Château de pierre au Moyen Âge. Actes du Colloque de Lons-le-Saunier, 23-25 octobre 1997*. Besançon: Presses Universitaires Franc-Comtoises, Picard.

Rojas Rodríguez-Malo, Juan Manuel y J. Ramón Villa González. 1999. Origen y evolución del «aparejo segoviano» entre los siglos X y XVI. En *II Congreso de Arqueología peninsular*, editado por R. de Balbín Behrmann y P. Bueno Ramírez. Alcalá de Henares: Universidad de Alcalá, Fundación Rei Afonso Henriques.

Sánchez Zufiaurre, Leandro. 2007. *Técnicas constructivas medievales*. Vitoria-Gasteiz: Universidad del País Vasco. Servicio de publicaciones del Gobierno Vasco.

Sanmiguel Mateo, Agustín. 1986. Sobe el empleo de "opus spicatum" en el mudéjar aragonés. Comunicación leída en III Simposio Internacional de mudejarismo, 20-22 de septiembre de 1984, en Teruel.

Serra Desfilis, Amadeo. 2007. Tapial y adobe: fábricas de tierra cruda en la historia de la arquitectura medieval hispana. En *Terra em seminário 2007. V Seminário Arquitectura de terra em Portugal*, editado por Filipe Jorge. Lisboa: Argumentum.

Soler Estrela, Alba. 2009. La técnica del tapial en las fortificaciones y despoblados de Sharq al-Andalus. Un estudio arquitectónico constructivo. En *Actas del Sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Valencia 21-24 de octubre de 2009*, editado por Santiago Huerta Fernández, Rafael Marín Sánchez, Rafael Soler y Arturo Zaragozá. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Tabales Rodríguez, Miguel Ángel. 2000. Algunas reflexiones sobre fábricas y cimentaciones sevillanas en el período islámico. En *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, editado por Amparo Graciani, Santiago Huerta, Enrique Rabasa y Miguel Ángel Tabales Rodríguez. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Terrasse, Henri. 1932. *L'art hispano-mauresque des origines au XIIIe siècle*. París: Van Oest.

Terrasse, Henri. 1954. «Les forteresses de l'Espagne musulmane». *Boletín de la Real Academia de Historia*, 134: 454-483.

Thompson, A. Hamilton. [1912] 2005. *[Military architecture in England during the Middle Ages] The English castle. an account of its development as a military structure*. Facsímil de la edición de Londres: Oxford University Press, 1912 ed. Mineola, NY: Dover.

Toy, Sidney. 2006. *A History of Fortification from 3000 BC to AD 1700*. South Yorkshire: Pen & Sword Military Classics.

Valenzuela Montalvo, Eva María. 2001. Las fábricas en la Edad Media. En *La técnica de la arquitectura medieval*, editado por Amparo Graciani García. Sevilla: Universidad de Sevilla.

van Millingen, Alexander. 1899. *Bizantine Constantinople. The walls of the city and adjoining historical sites*. Londres: Jonh Murray.

Viollet-le-Duc, Eugène-Emmanuel. 1848-1864. *Dictionnaire raisonné sur l'architecture française du XIe au XVIe siècle*. París: B. Bancé.

Viollet-le-Duc, Eugène-Emmanuel. 1854. *Essai sur l'architecture militaire au Moyen-âge*. París: Librairie d'Architecture de Bance.

Vitruvio Polión, Marco. 1660. *I dieci libri d'architectura di Gio. Antonio Rusconi, secondo i precetti di Vetruvio, nouamente restampati & accresciuti de la Prattica degl'Horologi Solari*. Venecia: Francesco Nicolini.

Vitruvio Polión, Marco. 1787. *Los diez libros de arquitectura, traducidos del latín y comentados por don José Ortiz y Sanz presbítero.* Madrid: Imprenta Real.

Zamora Canellada, Alonso y Fernando Vela Cossío. 2005. Paramentos de fortificaciones en la Segovia prerrománica (siglos VII al XI). En *Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Cádiz, 27-29 enero 2005*, editado por Santiago Huerta Fernández. Madrid: Instituto Juan de Herrera, SEdHC, Arquitectos de Cádiz, COAAT Cádiz.

Zozaya, Juan. 1994. ¿Fortificaciones tempranas? En *Actas del I congreso de Castellología Ibérica*, editado por Áurea de la Morena, Ivette Hinen de Terol, Amador Ruibal, Jorge Jiménez Esteban, Fermín de los Reyes y Rafael Ardanaz. Palencia: Diputación Provincial de Palencia.

CUADERNO



Cuadernos.ijh@gmail.com
info@mairea-libros.com

